

07 - Noções Básicas do Estudo da Anisotropia de Susceptibilidade Magnética (ASM) em Rochas e suas Aplicações

<http://gmga.com.br/nocoos-basicas-do-estudo-da-anisotropia-de-susceptibilidade-magnetica-asm-em-rochas-e-suas-aplicacoes/>



[10.31419/ISSN.2594-942X.v42017i4a7FBS](https://doi.org/10.31419/ISSN.2594-942X.v42017i4a7FBS)

Franklin Bispo-Santos (Pós-doutorando do IAG-USP).

Um dos parâmetros básicos utilizados para a caracterização magnética de rochas é o da susceptibilidade magnética. Por meio dela, é possível estimar a capacidade do material reagir a um campo magnético. Os valores absolutos de susceptibilidade magnética dependem de vários fatores: composição química dos minerais magnéticos do material, sua concentração e tamanho de grão, assim como, suas características estruturais - tensão interna e imperfeições na rede cristalina (Jordanova *et al.*, 2007).

A susceptibilidade magnética (k) é definida por meio da expressão $M = kH$, onde M e H representam, respectivamente, a magnetização induzida e o campo indutor aplicado a um material. Esta susceptibilidade (k) pode variar de acordo com os valores de H , de temperatura e com a direção na qual o material é aferido. Para materiais isotrópicos, k é constante, entretanto, para materiais anisotrópicos, k varia de acordo com a direção na qual o material é medido.

Neste contexto, a variação da susceptibilidade magnética com a direção dentro de uma rocha, expressa a anisotropia de susceptibilidade magnética (ASM), que é uma propriedade física das rochas e tem sua origem na orientação preferencial dos minerais anisotrópicos contidos nas mesmas, minerais estes que podem ser ferromagnéticos, paramagnéticos e/ou diamagnéticos.

Matematicamente, a ASM pode ser representada por um tensor simétrico (matriz) de segunda ordem (k_{ij}), que reflete uma combinação de todos os efeitos dos grãos magnéticos dentro de um espécime de rocha. Os três componentes principais do tensor (autovalores) são os eixos k_1 , k_2 e k_3 que representam, respectivamente, a direção de susceptibilidade máxima, intermediária e mínima ($k_1 > k_2 > k_3$), os quais definem aproximadamente um elipsóide triaxial (Figura 1). A orientação destes eixos (k_1 , k_2 , k_3) fornece a trama magnética das rochas.

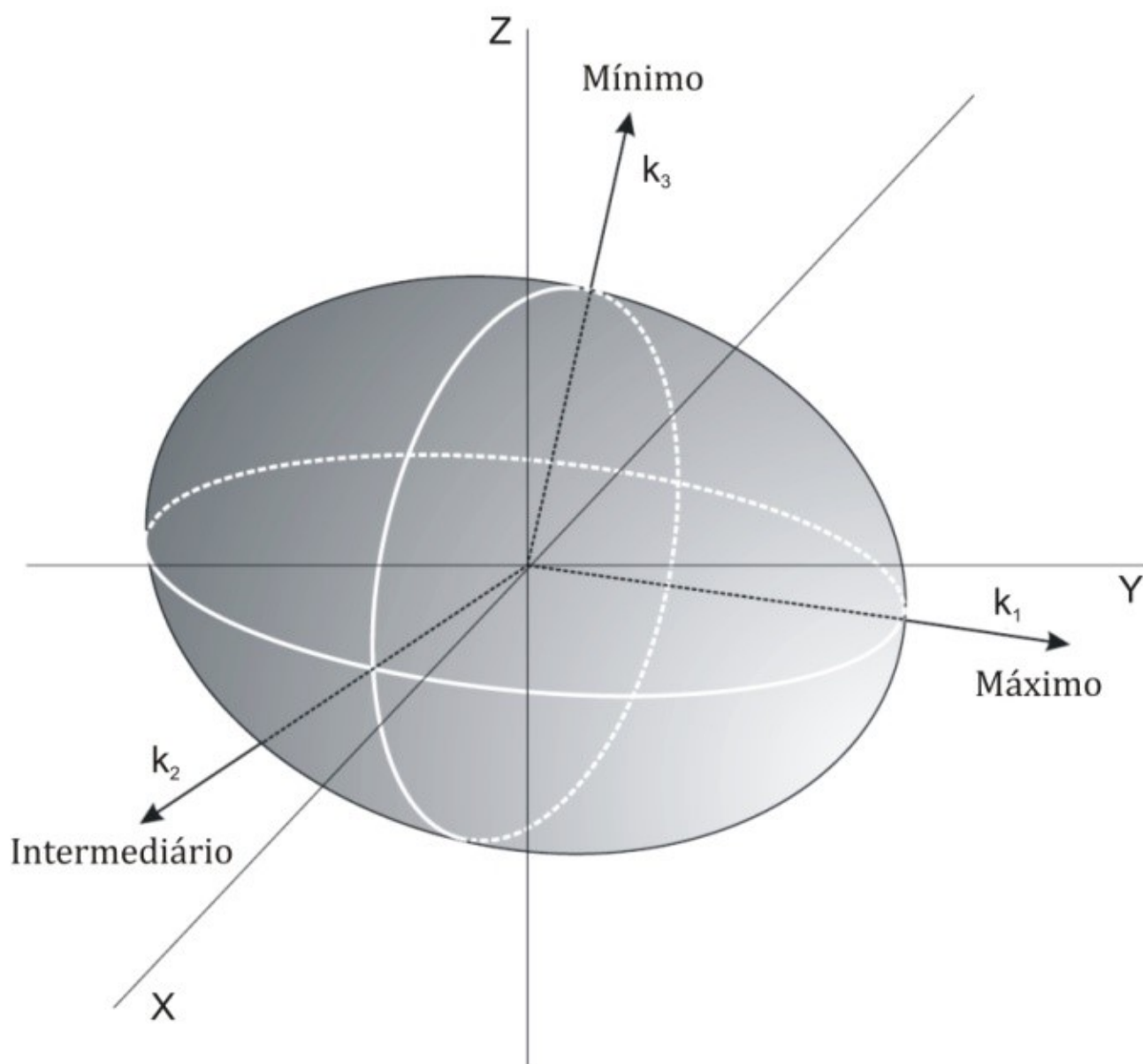


Figura 1: Elipsóide triaxial com eixos $k_1 > k_2 > k_3$ que representa geometricamente a anisotropia de susceptibilidade magnética (Modificado de Lanza & Meloni, 2006).

Graham (1954) foi o primeiro a observar que a ASM era consequência do alinhamento preferencial de partículas ferromagnéticas e que poderia ser representada pelos três eixos de um elipsóide, onde o eixo mais longo seria paralelo à orientação preferencial dos eixos maiores dos grãos ferromagnéticos. Este autor foi o pioneiro na utilização da anisotropia de susceptibilidade magnética para resolver problemas estruturais e de petrografia de rochas.

Khan (1962), através de dados de ASM e análises microscópicas, mostrou que as orientações dos eixos maior, intermediário e menor de grãos de magnetita aproximam-se fortemente das orientações dos eixos k_1 , k_2 e k_3 , respectivamente, do elipsóide de ASM.

Em um laboratório de mineralogia magnética, as medidas de anisotropia de susceptibilidade magnética das rochas são realizadas usando, por exemplo, o instrumento *KLY-4S Kappabridge* fabricado pela Agico. Neste equipamento, quatro medidas são necessárias para obter o tensor da ASM, e estas medidas fornecem o conjunto dos dados que levarão à composição dos tensores de susceptibilidade magnética e de anisotropia de susceptibilidade. A partir destes dados obtém-se a orientação e a magnitude dos três eixos principais do elipsóide de susceptibilidade magnética (k_1 , k_2 e k_3).

As magnitudes destas direções principais são usadas para calcular os seguintes parâmetros:

- (i) a susceptibilidade média, d_{pi110} ;
- (ii) o grau de anisotropia magnética, o qual é uma medida da excentricidade do elipsóide de susceptibilidade magnética, d_{pi110} ;
- (iii) a magnitude da lineação magnética, d_{pi110} (Figura 2);
- (iv) a magnitude de foliação magnética, d_{pi110} (Figura 2);
- (v) o parâmetro de forma (Jelinek, 1981), d_{pi110} , o qual descreve a forma do elipsóide de susceptibilidade magnética, em oblata para $T > 0$ e em prolata para $T < 0$ (Figura 3).

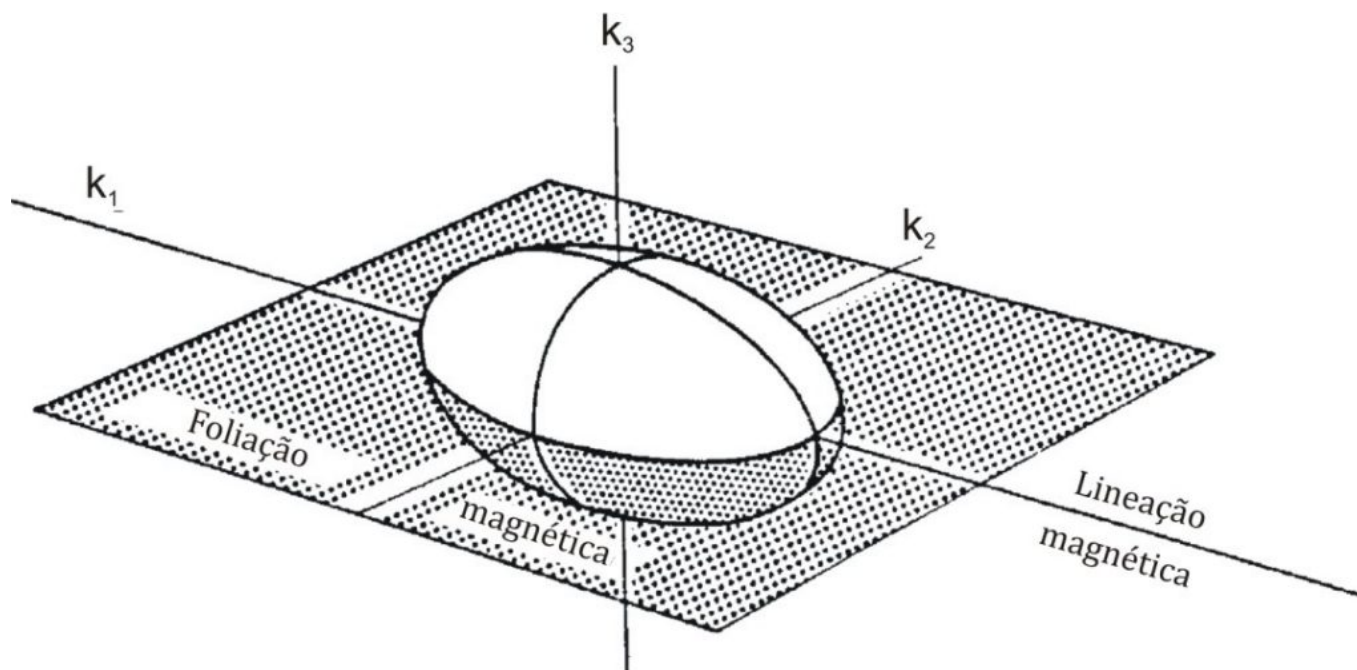


Figura 2: Definição da foliação magnética e lineação magnética em relação ao elipsóide de ASM. A lineação magnética é atribuída ao eixo k_1 e o polo da foliação magnética (plano k_1 - k_2) ao eixo k_3 (Modificado de Hrouda, 2007).

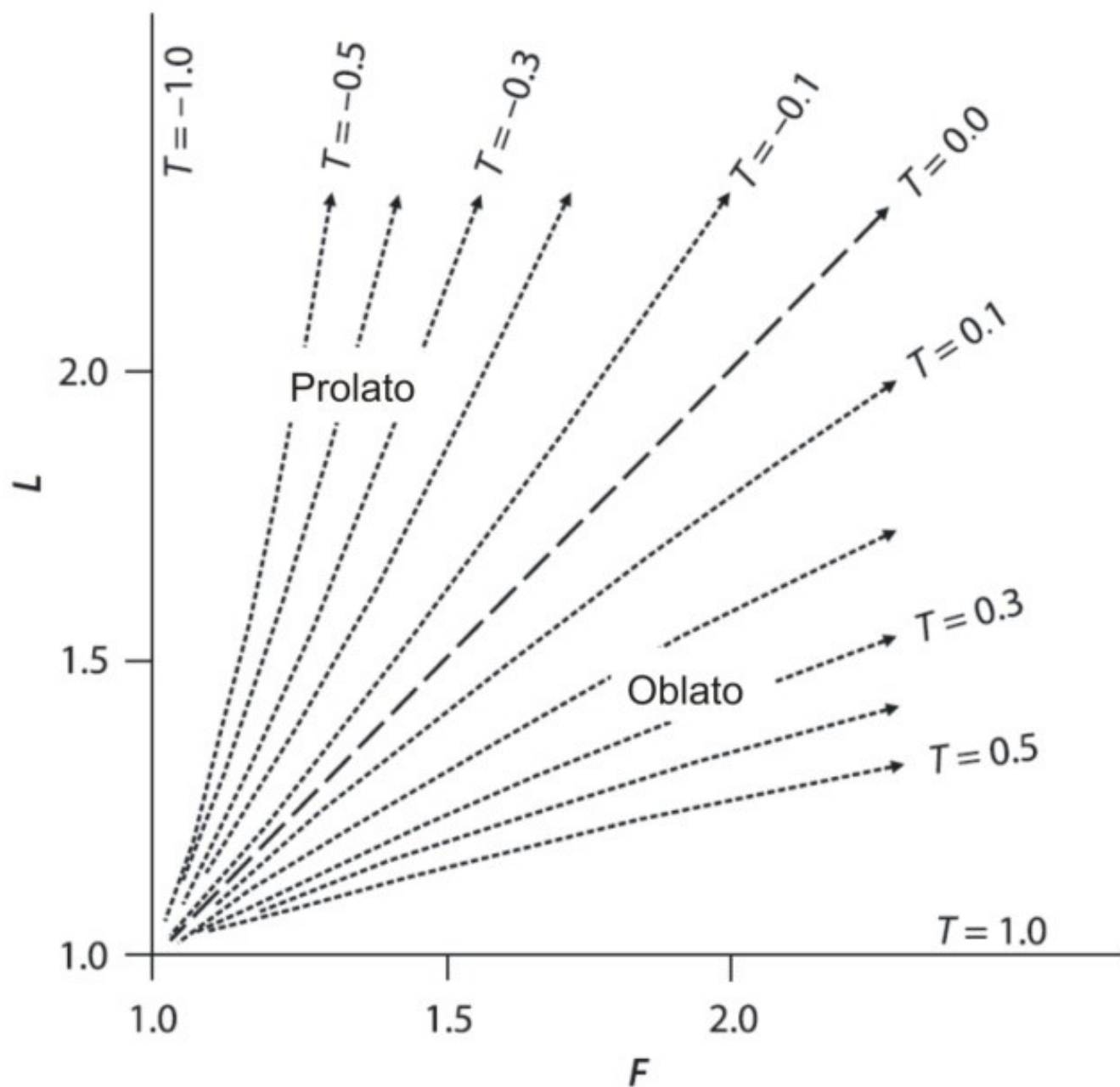


Figura 3: Diagrama da lineação magnética (L) versus foliação magnética (F) indicando a forma do elipsóide (Modificado de Lanza & Meloni, 2006).

A anisotropia de susceptibilidade magnética é frequentemente utilizada no estudo de tramas magnéticas decorrentes de uma variedade de processos geológicos envolvendo rochas ígneas, sedimentares e metamórficas, e em análises estruturais. Em rochas ígneas, pode ser empregada para investigar o fluxo de magma no preenchimento de fraturas, as contrações termais devido ao resfriamento e as deformações após a colocação da rocha. Em rochas sedimentares, é possível identificar as tensões que geraram

deformações na unidade geológica e também estabelecer direções de paleocorrentes.

Ademais, em estudos paleomagnéticos, a ASM é usada para determinar possíveis desvios na direção da magnetização remanente natural, que podem ocorrer devido à rotação de partículas ferromagnéticas, e para entender a trama magnética e suas relações com a mineralogia e a remanência (Bispo-Santos, 2012). Por isso, as informações de ASM são muito importantes e de grande relevância para uma melhor interpretação de dados paleomagnéticos, principalmente, quando as investigações ocorrem em rochas deformadas.

REFERÊNCIAS

- Bispo-Santos, F., 2012. Estudo paleomagnético de unidades Paleoproterozoicas do Cráton Amazônico. Tese de Doutorado, IAG-USP, Departamento de Geofísica, São Paulo, SP, 253 p. Disponível em http://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/t_franklin_b_santos_corrigida.pdf
- Hroudá, F., 2007. Anisotropy Magnetic Susceptibility. *In*: Gubbins, D., Herrero-Bervera, E. (eds). Encyclopedia of geomagnetism and paleomagnetism, Springer, p. 546-560.
- Jelinek, V., 1981. Characterization of the magnetic fabric of rocks. *Tectonophysics*, 79, T63–T67.
- Jordanova, D., Jordanova, N., Henry, B., Hus, J., Bascou, J., Funaki, M., Dimov, D., 2007. Changes in mean magnetic susceptibility and its anisotropy of rock samples as a result of alternating field demagnetization. *Earth and Planetary Science Letters*, 255, p. 390–401.
- Khan, A. M., 1962. The anisotropy of magnetic susceptibility of some igneous and metamorphic rocks. *J. Geophys. Res.*, 67, p. 2873–2885.
- Lanza, R., Meloni, A., 2006. *The Earth's Magnetism: An Introduction for Geologists*. Springer-Verlag, Berlin, 278 p.



[10.31419/ISSN.2594-942X.v42017i4a7FBS](https://doi.org/10.31419/ISSN.2594-942X.v42017i4a7FBS)

PDF generated by Kalin's PDF Creation Station